

Windkraft

Lernziele:

Die SchülerInnen sollen die Unterschiede der verschiedenen Windkonvertertypen erklären können. Am Ende des Kapitels sollen die SchülerInnen in der Lage sein, die einzelnen Teile eines Windkonverters richtig zu benennen.

Bevor die einzelnen Windkonvertertypen genauer besprochen werden, kann mit den SchülerInnen ein Windrad gebastelt werden.

Arbeitsblatt 1/Bauanleitung Windrad

Versuch 1: Baue ein kleines Windrad:

Die Materialien sind selbst zu besorgen.

Die Bauanleitung mit einer Abbildung findet sich auf dem Arbeitsblatt.

Materialien:

1 dicker Strohalm (ca. 18 cm lang)

1 runder Holzstab (3-5 mm Durchmesser und ca. 25 cm lang)

Papier

1 Korken

2 Holzwürfel (2 x 2 x 2 cm)

2 Beilagscheiben passend für den Holzstab

1 Reißnagel

Klebstoff

Bauanleitung:

Der Korken wird auf dem Holzstab montiert. Dann werden der Reihe nach ein Holzwürfel, eine Beilagscheibe, der Trinkhalm, die zweite Beilagscheibe und schließlich der zweite Holzwürfel auf den Holzstab gefädelt. Die beiden Holzwürfel sollten am Stab angeklebt werden.

Jetzt wird aus dem Blatt Papier der Rotor gebastelt: Dazu gibt es auf dem Arbeitsblatt eine Zeichnung, wie das Papier zu falten ist.

Der Rotor wird anschließend mit dem Reißnagel auf den Korken montiert und angeklebt.

Bei den modernen Windenergieanlagen unterscheidet man zwischen Windkonvertern mit Vertikal- und Horizontalachse.

Vertikalachsen-Konverter:

Die Geräte mit Vertikalachse haben den Vorteil, dass sie auch bei stark wechselnden Windrichtungen noch eingesetzt werden können.

Sie haben allerdings den Nachteil, dass die windnutzenden Flächen auf der rücklaufenden Seite gegen den Wind zurückgeführt werden müssen.

Die Konverter mit vertikaler Achse laufen meist nicht von selbst an, das heißt man braucht Fremdenergie zur Betriebsaufnahme.

Horizontalachsen-Konverter:

Der Horizontalachsen-Schnellläufer mit zwei oder drei Rotorblättern hat sich mittlerweile weitgehend durchgesetzt. Er ist das wirtschaftlichste System zur Wandlung von Windenergie in elektrische Energie.

Overheadfolie 1/Windkonvertertypen:

Die Folie zeigt Abbildungen und eine kurze Beschreibung von Horizontal- und Vertikalachsenkonvertern.

Overheadfolie 2/Aufbau der Gondel

Arbeitsblatt 2/Aufbau der Gondel:

Die Abbildung auf dem Arbeitsblatt zeigt den Aufbau der Gondel einer solchen Anlage. Die SchülerInnen sollen versuchen die Abbildung richtig zu beschriften, und sie sollen die einzelnen Teile kurz beschreiben können.

Die Folie kann zur Kontrolle verwendet werden.

Hintergrundinformation:

Die einzelnen Teile der Gondel:

Anemometer: Das Windrädchen misst die Windgeschwindigkeit und gibt diese Information an einen Regler weiter. Dieser schaltet die Anlage an, wenn die Windgeschwindigkeit hoch genug ist, und schaltet sie aus, wenn die Windgeschwindigkeit zu hoch (größer als 25 m/s) ist.

Rotor: Die großen Windkraftanlagen haben meist drei Rotorblätter. Die Länge der Rotorblätter variiert je nach Anlagentyp. Bei den größeren Anlagen können sie bis zu 50 Meter lang sein. Das ist so hoch wie ein 13-stöckiges Gebäude.

Getriebe: Die relativ langsame Umdrehung des Rotors (10-20 Umdrehungen/Minute) wird durch das Getriebe in eine schnellere, für den Generator geeignete Drehzahl (ca. 1000-2000 Umdrehungen/Minute) umgewandelt. Es gibt jedoch heutzutage auch getriebelose Windkraftwerke.

Generator: Ähnlich wie ein Dynamo wandelt er die Rotationsenergie in elektrische Energie um.

Windfahne: Sie stellt sich immer in den Wind. Sie gibt dem Regler die Information über die Windrichtung. Der Regler veranlasst bei Änderung der Windrichtung die Nachführung des Rotors.

Bremssystem: Zur Abbremsung des Rotors verschlechtert man die Aerodynamik der Rotorblätter, indem man z.B. die Spitze der Blätter verdreht. Für Notfälle hat man noch eine mechanische Bremse zur Verfügung.
Leistungsanpassung: Eine Anlage ist für eine bestimmte Windgeschwindigkeit, z.B. 15 m/s optimal ausgelegt. Wird der Wind zu stark, muss die Leistungsaufnahme begrenzt werden. Dies geschieht durch eine Verdrehung der Rotorblätter oder durch eine besondere Formgebung der Rotorblätter. Im letzteren Fall verändert sich bei hohen Windgeschwindigkeiten die Luftströmung um die Blätter zu einer turbulenten Strömung, sodass der Antrieb des Rotors nicht mehr optimal ist.

Overheadfolie 3/Entwicklung der Windräder zum optimalen Wirkungsgrad:

Die Tabelle zeigt, wie die Entwicklung der Windräder sich langsam dem optimalen Wirkungsgrad annähert.

Hintergrundinformation:

Die technische Entwicklung der Windkonverter hat in jüngster Zeit große Fortschritte gemacht. Der optimale Wirkungsgrad (Verhältnis von Rotationsenergie des Rotors : Windenergie) einer Windenergieanlage beträgt ca. 60 %. Der elektrische Wirkungsgrad der Windkraftanlagen beträgt ca. 40-50 %, d.h. 100 % Wind ergeben 40-50 % elektrische Energie. Eine Windturbine leistet je nach Typ und Größe bis zu 5 000 kW (das entspricht ungefähr der Leistung von 70 PKWs). Die Umwandlung von Wind in elektrische Energie ist vollständig emissionsfrei.

Die erzeugte Energie „gehört“ natürlich auch der Energieformel; das heißt:

doppelter Wind = achtfache Energie

Vorteile von Windenergie:

Die Umwandlung von Wind in elektrische Energie ist vollständig emissionsfrei. Der Wirkungsgrad ist eher bescheiden: 100 % Wind ergeben 37 % Strom. Windanlagen werden vor allem in Gegenden gebaut, wo es keine Sichtbeeinträchtigungen gibt (Industriegebiete), da sie Windstärken von 3 – 9 Beaufort brauchen.

Eine Windturbine leistet etwa 1 300 kW (das entspricht ungefähr der Leistung von 13 PKWs).

Nachteile von Windenergie:

In Niederösterreich gibt es wenige Gebiete, die die notwendigen Windstärken aufweisen.

Das Landschaftsbild wird durch die Windkraftanlagen beeinträchtigt.

Die Lärmentwicklung ist relativ groß, vor allem in der näheren Umgebung hört man sie stark. Windräder brauchen eine kostspielige Wartung, da Getriebe und Lager stark beansprucht werden.

Overheadfolie 4/Windstärken nach Beaufort

Diese Overheadfolie gibt eine Übersicht über die unterschiedlichen Windstärken nach Beaufort.

Overheadfolie 5/Windpark Gänserndorf:

Österreichweit waren im Jahr 2003 rund 140 Windräder in Betrieb. Rund 70 Prozent der derzeit installierten österreichischen Windleistung stehen in Niederösterreich, das somit bei der Nutzung des Windes zur Stromerzeugung ein Vorreiter ist.

Einer der größten Windstromproduzenten in Österreich ist die evn naturkraft. Der erste Windpark der evn naturkraft wurde im Jahr 2000 in Betrieb genommen und steht in Gänserndorf. Er besteht aus fünf Windkraftanlagen mit einer Leistung von 1,3 MW, einem Rotordurchmesser von 62 Metern und einer Masthöhe von 68 m. Die Gesamtleistung des Windparks beträgt 6,5 Megawatt mit einer jährlichen Erzeugungskapazität von ca. 11 000 Megawattstunden, was dem Strombedarf von etwa 3 150 niederösterreichischen Haushalten entspricht.

Die Einschaltgeschwindigkeit liegt bei 3-4 m/s, die Nennleistung wird bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s (54 km/h) erreicht. Bei mehr als 25 m/s (90 km/h) wird die Anlage aus Gründen der Materialbelastung abgeschaltet.

Ein weiterer Windpark steht in Neusiedl/Zaya, den größten Windpark der evn naturkraft findet man in Prellenkirchen. Dort stehen 8 Windkraftanlagen mit je 1,8 MW Leistung. Mit einer jährlichen Erzeugungskapazität von ca. 30 000 Megawattstunden können 8 500 niederösterreichische Haushalte versorgt werden.

Für **Schulexkursionen** empfehlen wir das **Windinfozentrum** in **Prellenkirchen**, wo auch eine Besichtigung des Windparks mit insgesamt 17 Anlagen möglich ist. Die Besichtigungsanfragen werden über die Internet-Seite: www.windinfo.at oder unter der Telefonnummer 02145/2202 (Gemeindeamt Prellenkirchen) entgegen-
genommen.

Windkonvertertypen

Horizontalachsen-Konverter:

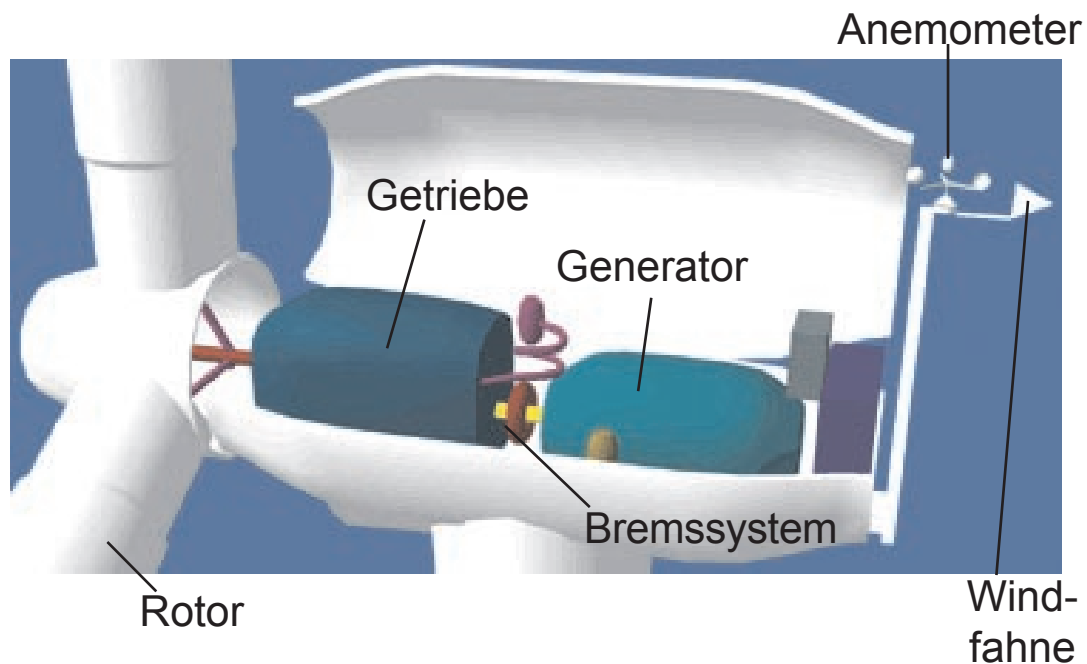


- Besitzt zwei oder drei Rotorblätter
- Hat sich aufgrund seiner Wirtschaftlichkeit weitgehend durchgesetzt

Vertikalachsen-Konverter:

- Kann bei stark wechselnden Windrichtungen eingesetzt werden
- Springt meist nicht von selbst an, benötigt Fremdenergie

Aufbau der Gondel



Erklärungen:

Anemometer: Misst die Windgeschwindigkeit, schaltet die Anlage bei zu starkem Wind aus bzw. bei schwachem Wind wieder ein.

Rotor: Meist sind es drei Rotorblätter; diese können bis zu 50 Meter lang sein.

Getriebe: Wandelt die langsame Umdrehung (10-20 U/min) in eine schnellere (1000-2000 U/min) um.

Generator: Wandelt Rotationsenergie in elektrische Energie um.

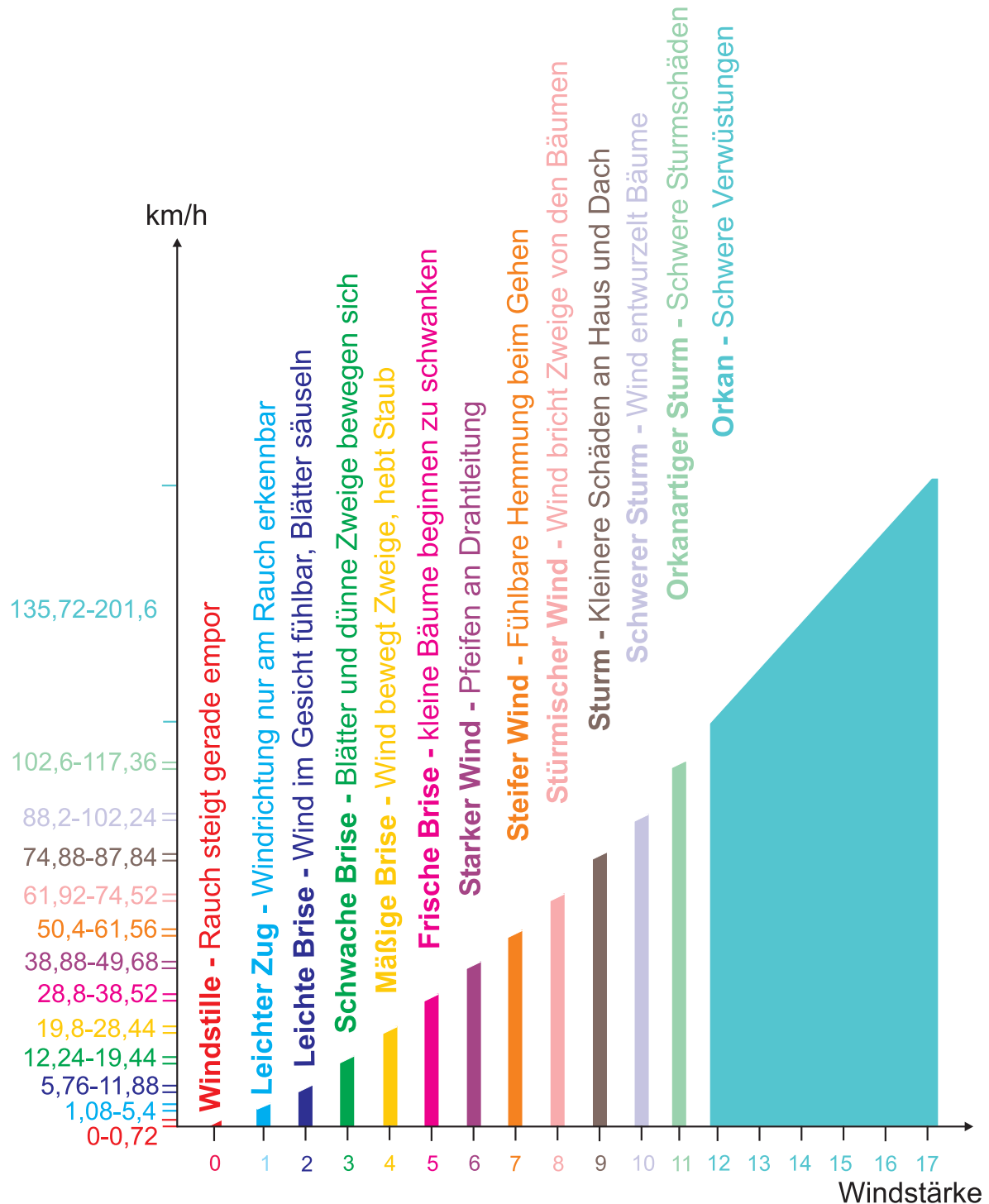
Windfahne: Gibt Informationen über die Windrichtung an den Regler weiter.

Bremssystem: Verschlechtert die Aerodynamik der Rotorblätter. Für Notfälle gibt es auch eine mechanische Bremse.

Entwicklung der Windräder zum optimalen Wirkungsgrad

Typ	Rotordurchmesser	typische Drehzahl/s	typische Leistung	Wirkungsgrad
historische Windmühle	< 10 m	0,5	5 kW	15 %
moderner Vertikalachs-konverter	< 10 m	1	1-10 kW	35 %
moderner Vielblattkonverter	< 10 m	1	1-50 kW	40 %
moderner 2-3-Blatt Konverter	< 100 m	0,2-0,3	kW - MW	46 %

Windstärken nach Beaufort



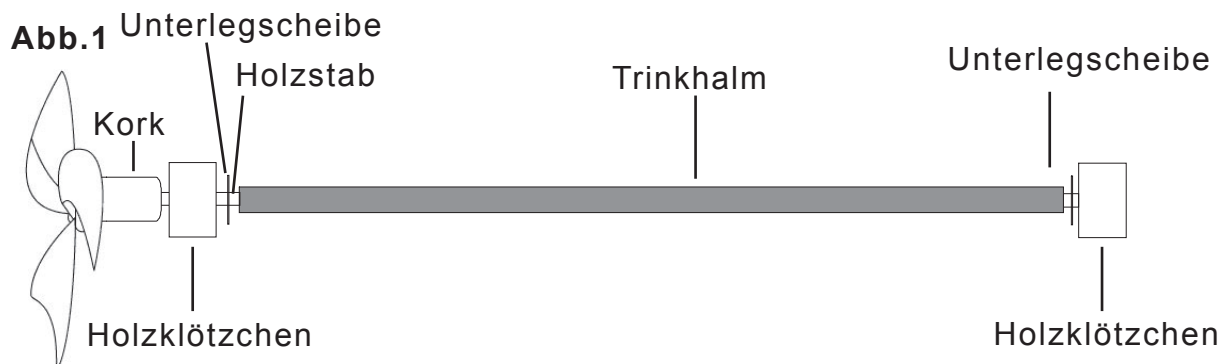
Windpark Gänserndorf



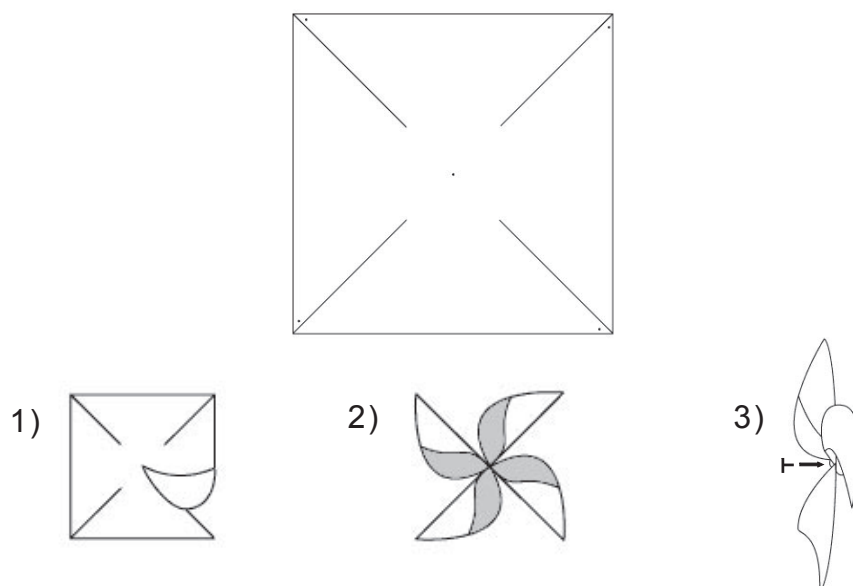
Wichtige Daten:

- Nov./Dez. 2000 errichtet
- 5 Windräder mit einer Leistung von je 1,3 MW
- Energieertrag/Jahr: 11 000 MWh
- Rotordurchmesser: 62 m
- Masthöhe: 68 m
- Einschaltgeschwindigkeit: 3-4 m/sek
- Nennleistung wird bei 15 m/sek erreicht
- Gesamtnennleistung: 6 500 kW

Bauanleitung für ein Windrad

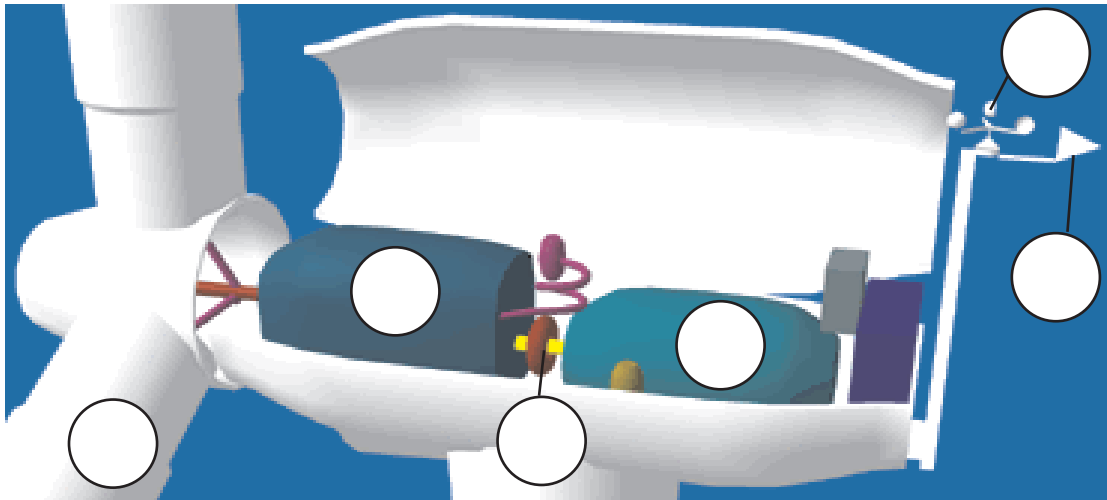
**Anleitung:**

- Befestige den Korken am Holzstab.
- Auf den Holzstab werden gefädelt: Holzwürfel, Beilagscheibe, Trinkhalm, Beilagscheibe, Holzwürfel.
- Klebe die Holzwürfel an dem Stab an.
- Falte aus dem Blatt Papier den Rotor (Abb. 2).
- Der Rotor wird mit dem Reißnagel am Korken befestigt und angeklebt.

Abb.2

Aufbau der Gondel

Beschrifte die untere Abbildung und erkläre, was du über die einzelnen Bestandteile der Gondel bereits gelernt hast:



① Anemometer:

② Rotor:

③ Getriebe:

④ Generator:

⑤ Windfahne:

⑥ Bremssystem:
